

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

DE

(11)Publication number : 2000-285797  
(43)Date of publication of application : 13.10.2000

(51)Int.Cl. H01J 1/312  
H01J 9/02  
H01J 29/04  
H01J 31/12

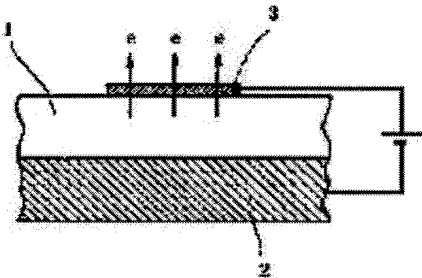
(21)Application number : 11-091249 (71)Applicant : CANON INC  
(22)Date of filing : 31.03.1999 (72)Inventor : ODA HITOSHI

(54) FIELD ELECTRON EMITTING ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF, FLAT DISPLAY DEVICE USING THE FIELD ELECTRON EMITTING ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface electron beam emitting source which is easy to manufacture, having high electron emitting efficiency and free from beam spreading by constituting an electron acceleration layer, provided on an element together with an emitter electrode for emitting electrons by electric field and a drawing electrode from a porous silica film.

SOLUTION: This field electron emitting element comprises a porous silica film 1, formed on a conductive substrate 2 and an upper electrode 3 formed thereon. As the conductive substrate 2, a glass substrate having a metal film such as gold, aluminum, or platinum formed thereon, or Si substrate doped heavily in n-type can be used. The porosity of the porous silica film 1 constituting the electron acceleration layer is preferably set to 70-99%. Since an MIM (metal-insulator-metal) type electron emitting element using the porous silica film is drivable at a low voltage and has low capacity, it is applicable to a large-area flat display capable of displaying a dynamic image.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

DE

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-285797

(P2000-285797A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 J	1/312	H 0 1 J	M 5 C 0 3 1
	9/02		M 5 C 0 3 6
	29/04		
	31/12		C

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-91249

(22) 出願日 平成11年3月31日 (1999. 3. 31)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 織田 仁

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100096828

弁理士 渡辺 敬介 (外1名)

Fターム(参考) 5C031 DD09 DD17 DD19

5C036 EE03 EF01 EF06 EF08 EG02

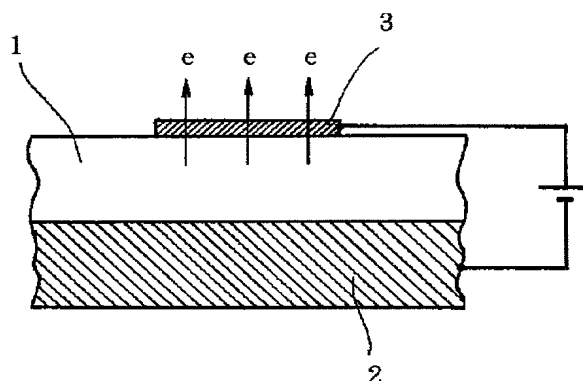
EG12 EH11 EH21 EH23

(54) 【発明の名称】 電界電子放出素子およびその製造方法、該電界電子放出素子を用いた平面ディスプレイ装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ビーム広がりが無いため高精細表示が可能であるとともに、電極間容量が小さいため動画像表示が可能なMIM型電子放出素子を提供する。

【解決手段】 電界によって電子放出するエミッタ電極と電子加速層と引き出し電極を備えた電界電子放出素子において、電子加速層を多孔質シリカ膜1により形成する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 電界によって電子放出するエミッタ電極と電子加速層と引き出し電極を備えた電界電子放出素子において、

前記電子加速層は、多孔質シリカ膜からなることを特徴とする電界電子放出素子。

**【請求項 2】** 前記エミッタ電極と前記電子加速層と前記引き出し電極が、上下に積層されていることを特徴とする請求項 1 記載の電界電子放出素子。

**【請求項 3】** 前記エミッタ電極と前記電子加速層と前記引き出し電極が、同一面上に形成されるとともに、電気的に直列に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の電界電子放出素子。

**【請求項 4】** 前記電子加速層を構成する多孔質シリカ膜の空孔率は、70%～99%であることを特徴とする請求項 1～3 のうちいずれか 1 項記載の電界電子放出素子。

**【請求項 5】** 前記電子加速層を構成する多孔質シリカ膜の膜厚は、1000 Å～5 μmであることを特徴とする請求項 1～3 のうちいずれか 1 項記載の電界電子放出素子。

**【請求項 6】** 前記電子加速層を構成する多孔質シリカ膜の空孔内に、導電性材料または半導体材料からなる微粒子を析出させたことを特徴とする請求項 1～3 のうちいずれか 1 項記載の電界電子放出素子。

**【請求項 7】** 電界によって電子放出するエミッタ電極と電子加速層と引き出し電極を備えた電界電子放出素子の製造方法において、

前記電子加速層を多孔質シリカ膜により形成することを特徴とする電界電子放出素子の製造方法。

**【請求項 8】** 請求項 1～6 のうちいずれか 1 項記載の電界電子放出素子を基板上にマトリックス状に配置してなる電子放出源と、この電子放出源に対向配置され、前記電子放出源から放出された電子を受け取ることで発光表示を行う表示部とを有することを特徴とする平面ディスプレイ装置。

**【請求項 9】** 請求項 1～6 のうちいずれか 1 項記載の電界電子放出素子を基板上にマトリックス状に配置して電子放出源を形成し、

この電子放出源から放出された電子を受け取ることで発光表示を行う表示部を、前記電子放出源に対向配置することを特徴とする平面ディスプレイ装置の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、電界電子放出素子およびその製造方法、この電界電子放出素子を応用した平面ディスプレイ装置およびその製造方法に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** 情報化社会の進展に伴って、大面積、低

消費電力化（高効率）を目指した電子放出型平面ディスプレイの開発が進められている。

**【0003】** このような電子放出型平面ディスプレイに用いられる電子放出素子としては、FE型（Field Emission）、およびMIM型（Metal-Insulator-Metal）のものが研究されている。

**【0004】** FE型の電子放出素子は、円錐状のエミッタ頂点からゲート電圧による強電界で電子放出させるものである。その駆動電圧は数十Vで、効率は略100%であり、プラズマディスプレイ（PDP）や液晶ディスプレイ（LCD）に比較して低消費電力化が容易と考えられている。

**【0005】** また、MIM型の電子放出素子は、強電界の印加されている絶縁層（1層）をトンネリングした電子が、上部電極を透過して真空中に放出される現象を利用してディスプレイに応用するものである。

**【0006】** MIM型では、横電界成分が無いため真空中でのビーム広がり小さく、収束電極を設けなくとも高精細ディスプレイへの応用が可能である。さらに、電子放出部が真空中に晒されていないため残留ガスの影響を受け難く、低真空動作が可能である。

**【0007】**

**【発明が解決しようとする課題】** しかしながら、上述したFE型の電子放出素子には、2つの大きな問題が存在する。その一つがビーム広がり問題であり、他の一つがエミッタ表面の汚れによる劣化の問題である。

**【0008】** エミッタから放出された電子は、ゲート電界の横方向成分のため、アノード電極上に到達するまでにビーム径が広がる。これを小さくするためには、アノード・ゲート間距離を数100 μm程度にすれば良いが、必然的にアノード電圧を数百V程度まで下げる必要がある。

**【0009】** しかし、現状では、このような低加速電子に対する効率の良い蛍光材料が存在しない。

**【0010】** 一方、FE型の電子放出先端部には電界が集中するため、残留ガスの吸着がおきる。水や二酸化炭素分子がティップ先端表面に吸着すると、仕事関数が増加して電子放出特性が劣化することが知られている。安定した電子放出を持続させるためには、超高真空を維持するために真空容器の封止技術やゲッタ材の開発が必要不可欠となっている。

**【0011】** また、上述したMIM型の電子放出素子では、電子が絶縁層をトンネリングするため、絶縁層を数十Åにして電子の固体内散乱を抑制する必要がある。さらに、絶縁層の比誘電率も大きいと電極間容量が大きくなってしまい、CR時定数が長くなり、大面積パネルでは動画像表示が困難と考えられている。

**【0012】** すなわち、従来のFE型やMIM型電子放出素子は、低消費電力でありながら高輝度の大面積フラ

ットパネルディスプレイが実現できると期待されているものの、上述したような問題点が存在する。

【0013】本発明はこれらの問題点に鑑み、ビーム広がりがないため高精細表示が可能であるとともに、電極間容量が小さいため動画表示が可能なMIM型電子放出素子およびその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0014】また、本発明は、このような作用効果を有する電子放出素子を用いた平面型ディスプレイおよびその製造方法を提供することを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の電界電子放出素子は、電界によって電子放出するエミッタ電極と電子加速層と引き出し電極を備えた電界電子放出素子において、前記電子加速層は、多孔質シリカ膜からなることを特徴とするものである。

【0016】この電界電子放出素子は、前記エミッタ電極と前記電子加速層と前記引き出し電極が、上下に積層された縦型の電界電子放出素子であっても良いし、前記エミッタ電極と前記電子加速層と前記引き出し電極が、同一面上に形成されるとともに、電気的に直列に接続された横型の電界電子放出素子であっても良い。

【0017】また、前記電子加速層を構成する多孔質シリカ膜の空孔率は、70%~99%であることが好ましく、多孔質シリカ膜の膜厚は、1000Å~5μmであることが好ましい。

【0018】また、前記電子加速層を構成する多孔質シリカ膜の空孔内に、導電性材料または半導体材料からなる微粒子を析出させても良い。

【0019】上述した構成の電界電子放出素子は、電子加速層を多孔質シリカ膜により形成することで製造される。

【0020】本発明の平面ディスプレイ装置は、上述した構成の電界電子放出素子を基板上にマトリックス状に配置してなる電子放出源と、この電子放出源に対向配置され、前記電子放出源から放出された電子を受けることで発光表示を行う表示部とを有することを特徴とするものである。

【0021】上述した平面ディスプレイ装置は、上述した構成の電界電子放出素子を基板上にマトリックス状に配置して電子放出源を形成し、この電子放出源から放出された電子を受けることで発光表示を行う表示部を、前記電子放出源に対向配置することで製造される。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る電子放出素子およびこの電子放出素子を用いた平面ディスプレイ装置の実施形態の一例を説明する。

【0023】本発明に係る電子放出素子の電子加速層は、多孔質シリカ膜により形成される。

【0024】この多孔質シリカの製法としては、ゾル・

ゲル法を用いたものが知られている。すなわち、溶媒中でシリコンアルコキシド(TEOS, TMOS)を加水分解させ、 $\text{Si-O-Si}$ 結合の3次元ネットワークからなる骨格内に溶媒を含んでいる。したがって、溶媒を自然乾燥させると、骨格に働く表面張力のためにシリカの骨格が破壊され密度の高いシリカ膜となる。

【0025】シリカの骨格を維持したまま溶媒を抜き取るための方法として、超臨界乾燥法や、骨格の表面を疏水処理する表面改質法によって表面張力を零にする方法が知られている。このようにして得られる多孔質シリカの空孔率は、希釈溶媒の量で制御され、最高で99%までのものが作成可能である。

【0026】このような多孔質シリカからなる膜を下部電極上に形成し、その上に上部電極を形成してMIM構造とする。このようにして製造したMIM型の電子放出素子は、空孔率が高いため絶縁層の比誘電率を1に近づけることができ、高速のスイッチング動作が可能となる。

【0027】また、従来のMIM型の電子放出素子では、絶縁層が $\text{Al}_2\text{O}_3$ や $\text{SiO}_2$ などの緻密な膜であるため、電子の固体内散乱を抑制するために膜厚を電子の平均自由行程(数十Å)程度に薄くする必要があった。その結果、さらに電極間容量が大きくなってしまいうという問題があった。

【0028】本発明に係る電界電子放出素子は、空孔率を100%近くまで高められるため電子の平均自由行程を飛躍的に長くすることが可能で、絶縁層の膜厚を大きくすることができる。また、比誘電率が小さいことと相俟って、電極間容量が小さくなり、さらなる高速スイッチング動作が可能となる。

【0029】また、絶縁層を厚くすると、必然的に駆動電圧を高くしなければならないが、多孔質シリカ膜中に導電性材料または半導体材料を析出することで、駆動電圧を低くすることができる。

【0030】基板温度を数百℃程度にした多孔質シリカ膜を、炭化水素ガスやシランガスのような半導体ガス中に置くと、多孔質シリカの空孔内に吸着したガス分子が分解重合し、グラファイトのような導電性材料や、シリコンのような半導体材料の微粒子(粒径:数十Å~100Å)を析出させる。この時の分解温度は、通常の基板表面での分解温度より低くなることが知られている。導電性材料や、半導体材料を析出させることで、膜の導電率を高められるため、低電圧で一定のダイオード電流を確保することができる。

【0031】また、Siなどの半導体微粒子の析出は、多孔質シリカに印加された高電界によって発生したホットエレクトロンによるキャリア生成を誘起し、電流増幅作用によってダイオード電流を増加させる効果をも併せ持つ。

【0032】上述した説明では、縦型MIM構造を例にとって説明したが、横型MIM構造のI層としても、多孔質シリカ膜を用いることができる。

【0033】すなわち、基板上に $1\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度のギャップを挟んで相対向する1組の電極上に、電極ギャップを跨ぐようにして多孔質シリカ膜を形成する。このシリカ膜中に、上述した方法で電極間に一定のダイオード電流が流れるように導電性材料や、半導体材料を析出させる。

【0034】膜電流が多孔質シリカ中を流れると、電子が空孔内で散乱されて膜中から真空へ放出され、高電圧が印加されたアノード電極へ到達し、エミッション電流となる。

【0035】このような横型MIM構造は、縦型MIM構造と比較して多孔質シリカ膜の上は真空であるため、放出電子が上部電極を透過する必要がなく、空孔率の高いシリカ膜ほど効率を上げることができるという利点を持っている。

【0036】以上述べたように、多孔質シリカ膜を用いたMIM型の電子放出素子は、低電圧駆動が可能で低容量であるため、動画像表示可能な大面積平面ディスプレイへの応用が可能となる。

【0037】

【実施例】以下、具体的な実施例に基づいて、本発明に係る電界電子放出素子およびこの電界電子放出素子を用いた平面ディスプレイをさらに詳しく説明する。

【0038】<実施例1>以下、図1に基づいて、本発明の実施例1を説明する。

【0039】実施例1の電界電子放出素子は、図1に示すように、導電性基板2上に多孔質シリカ膜1が形成され、その上に上部電極3が形成されている。

【0040】導電性基板2としては、ガラス基板上に金、アルミ、白金などの金属膜が形成されたものや、n型に高濃度にドーピングされたSi基板等を用いることができる。

【0041】次に、実施例1の電界電子放出素子の製造方法を説明する。

【0042】本実施例の電界電子放出素子を製造するには、まず、ゾル・ゲル法により多孔質シリカ膜を形成する。第1の溶液として、TEOS（テトラエトキシシラン）とエタノールと水と塩酸を、モル比で1：3：8：1.1：0.0007の割合で混合した。その後混合液を60℃で90分間還流した。この混合液と濃度0.2

Mのアンモニア水とエタノールを、体積比で10：1：xの割合で混合し、15分間攪拌した。ここで、xはエタノールの希釈量で10から50の範囲で変化させた。

【0043】混合後、溶液の粘度が $10\sim 20\text{mPa}\cdot\text{s}$ になったところで、スピンコート法により、n型に高濃度にドーピングされたSi基板上に成膜した。成膜後、基板をエタノール溶液中に浸した。

【0044】次に、この基板をオートクレーブ内に入れて、膜中に含まれているエタノールを液体CO<sub>2</sub>で置換した。その後、40℃まで昇温し、内部の圧力を90気圧とした。この状態は、CO<sub>2</sub>の超臨界条件（31℃、72.8気圧）以上であるため、膜中のCO<sub>2</sub>は表面張力の働かない超臨界流体となっている。超臨界状態で15分保った後、温度を40℃に固定したままCO<sub>2</sub>を徐々に排出し、圧力を1気圧まで戻した。続いて、温度を徐々に下げ、常温まで戻して、オートクレーブより基板を取り出した。

【0045】このようにして形成された膜中には、水酸基やアルキル基が吸着しているため、窒素ガス中で2時間、温度450℃でアニーリング処理し、これらの吸着物を脱離させた。

【0046】このようにして形成された多孔質シリカ膜の膜厚および空孔率は、希釈エタノール量xとスピンコート条件に依存し、それぞれ接触式膜厚計とエリブソメーターにより求めた屈折率から算定した。

【0047】次に、上記の方法で得られた多孔質シリカ膜の上に、直径5mmの金電極をマスク蒸着によって10nmの厚さに成膜し、MIM構造とした。

【0048】このようにして製造した電子放出素子を真空装置内に入れ、 $1.3\times 10^{-4}\text{Pa}$ まで排気した。

【0049】基板と上部電極の間に、上部電極を正にして電圧を印加し、そこに流れるダイオード電流をモニターすると同時に、基板上10mmの位置におかれたアノード板に1kVの電圧を印加し、エミッション電流を測定した。

【0050】下記表1は、このようにして得られた多孔質シリカ膜の空孔率と膜厚に対する電子放出特性をまとめたものである。表1から明らかなように、空孔率70～99%、膜厚0.1～5μmで良好な電子放出特性が得られた。

【0051】

【表1】

7		8				
No.	空孔率 (%)	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	印加電圧 (V)	ダイオード電流密度 ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )	エミッション電流密度 ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )	効率 (%)
1	70	0.1	10	21	2	8.7
2	70	0.2	30	33	5	18
3	85	0.3	20	40	8	17
4	85	0.6	40	55	15	21
5	99	1	20	86	18	17
6	99	5	100	98	30	23

【0052】＜実施例2＞実施例2の電界電子放出素子は、実施例1と同じプロセスにより、多孔質シリカ膜を作成した。得られた膜の空孔率は85%で、膜厚は0.6  $\mu\text{m}$ であった。この膜を、窒素ガスで1%に希釈したエチレンガス雰囲気内に置く。ガス流量は、1リットル/分とした。この状態で基板を400℃まで加熱し、空孔内にカーボン微粒子を析出させた。

【0053】次に、実施例1と同様にして上部電極を形成し、真空中で電子放出特性を測定したところ、駆動電圧30Vでダイオード電流密度80  $\text{mA}/\text{cm}^2$ 、エミ

20

ッション電流密度21  $\text{mA}/\text{cm}^2$ 、効率21%となり、実施例1の電界電子放出素子より良好な特性を得ることができた。

【0054】測定後、この電界電子放出素子の断面を透過電子線顕微鏡により観察したところ、シリカ膜の空孔内に数10Å径のグラファイト微粒子が析出していることが観察された。

【0055】＜実施例3＞実施例3の電界電子放出素子は、実施例1と同様のプロセスで得られた多孔質シリカ膜（空孔率85%、膜厚0.6  $\mu\text{m}$ ）を、反応室内でアルゴンガスで1%に希釈されたシランガス雰囲気

30

に置く。ガス流量を100  $\text{cc}/\text{分}$ として、基板温度を500℃に設定し、1時間保持した。

【0056】次に、実施例1と同様にして上部電極を形成し、真空中で電子放出特性を測定したところ、駆動電圧30Vでダイオード電流密度50  $\text{mA}/\text{cm}^2$ 、エミ

40

ッション電流密度20  $\text{mA}/\text{cm}^2$ 、効率29%となり、実施例1の電界電子放出素子より良好な特性を得ることができた。

【0057】測定後、この電界電子放出素子の断面を透過電子線顕微鏡により観察したところ、シリカ膜の空孔内に数10Å径のシリコン微粒子が析出していることが観察された。

【0058】＜実施例4＞実施例4の電界電子放出素子は、図2に示すように、ガラス基板5上に、Ti膜50Åを下引き層として金膜を2000Å成膜し、ホトリソプロセスによりギャップ長2  $\mu\text{m}$ 、ギャップ幅300  $\mu\text{m}$ で相対向する一対の電極4を形成した。この電極ギャップ上に、実施例1に示した方法で、空孔率99%、膜厚0.5  $\mu\text{m}$ の多孔質シリカ膜1を形成した。さらに、

50

実施例2に示した方法で、多孔質シリカ中にカーボン微粒子を析出させた。

【0059】このようにして製造した電界電子放出素子を、 $1.3 \times 10^{-4}$  Paの真空容器内に入れ、電極間に30Vの電圧を印加し、10mm上方においたアノード電極に1kV印加したところ、ダイオード電流として25mA、エミッション電流として860  $\mu\text{A}$ を得た。

【0060】＜実施例5＞上述した実施例1～4では、一つの電子放出素子について説明した。このようなMIM型電子放出素子の用途としては種々のものが考えられるが、例えば平面ディスプレイ装置に適用した実施例5を以下に説明する。

【0061】実施例5の平面ディスプレイ装置は、図4に示すように、実施例1で説明した電界電子放出素子を集積してなる電子放出源13と、この電子放出源13から放出された電子を受けて発光表示を行う表示部14からなる。

【0062】この電子放出源13の作成方法を、図3、4を用いて説明する。

【0063】まず、基板5上に形成されたベース電極を、エッチングによってX方向に隣り合う多数の帯状のベース電極6に分割することにより、アドレスラインが作成される（図3（a））。つづいて、ガラス基板5上に、配線間絶縁層7を形成する（図3（b））。

【0064】次に、各帯状のベース電極6上に、所定の間隔で配線間絶縁層7に貫通孔8を設け、ベース電極6の表面を露出させる。この後、前述した方法で、多孔質シリカ膜1を全面に形成する（図3（c））。

【0065】つづいて、全面にわたって導電膜9を形成したのち（図3（d））、エッチング等により、上記ベース電極と直交するy方向に隣り合う多数の帯状の導電膜9に分割する。このようにして、データラインが作成される。

【0066】以上の工程により、多数の電子放出素子をマトリクス状に集積してなる電子放出源13を得ることができる。

【0067】一方表示部14は、透明基板10と、その上に塗布された発光蛍光体11、さらにその上に形成された金属膜（メタルバック）12からなる。この表示部14のメタルバック面と電子放出源を向かい合うように

配置し、外枠（不図示）を挟んで接着し、真空容器を形成する。

【0068】このように構成された平面ディスプレイ装置では、上述した各電子放出素子が1画素を構成する。また、この平面ディスプレイ装置では、駆動方法としてTFTを利用したアクティブマトリックス方式の液晶ディスプレイ装置と同様の方法を採用することができる。すなわち、上記ベース電極6によって構成されるアドレスラインと、導電膜9によって構成されるデータラインは、それぞれ駆動ドライバ15、16に接続されている。そして、この駆動ドライバ15、16を作動させ、任意のアドレスラインと、データラインを選択して電圧を印加することによって、各ラインが交わる個所に設けられた電子放出素子から電子を放出させる。

【0069】このとき、上記表示部14に設けられた金属膜12に対して高電圧を与えておくと、放出された電子は上記金属膜に引き寄せられそれを透過し、その下の蛍光体11を発光させることができる。

【0070】

【発明の効果】本発明の電界電子放出素子は、MIM型電界電子放出素子であって、絶縁層として多孔質シリカを用いたり、あるいは多孔質シリカに導電性微粒子や半導体微粒子を析出させたものを用いている。

【0071】このような構成とすることにより、製造が容易で、電子放出効率が高く、ビーム広がり少ない面状電子ビーム放出源を提供することができる。

【0072】また、このような電子放出素子を集積して平面ディスプレイ装置を構成することにより、良好な動

\* 画像表示を可能とするディスプレイ装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電界電子放出素子の実施例1～3を示す構成図。

【図2】本発明に係る電界電子放出素子の実施例4を示す構成図。

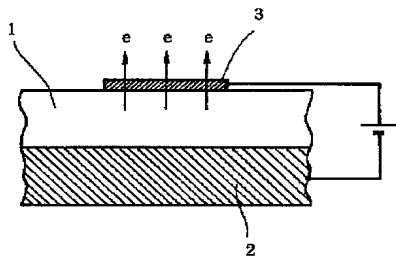
【図3】本発明に係る電界電子放出素子を用いた平面ディスプレイ（実施例5）の製造工程を示す工程図。

【図4】本発明に係る電界電子放出素子を用いた平面ディスプレイ装置（実施例5）の構造を説明するための斜視図。

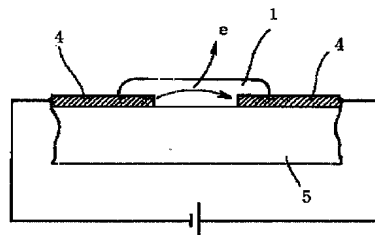
【符号の説明】

- 1 多孔質シリカ膜
- 2 導電性基板
- 3 上部電極
- 4 対向電極
- 5 ガラス基板
- 6 ペース電極
- 7 層間絶縁層
- 8 貫通孔
- 9 導電膜
- 10 透明基板
- 11 蛍光体
- 12 金属膜（メタルバック）
- 13 電子放出源
- 14 表示部
- 15, 16 駆動ドライバ

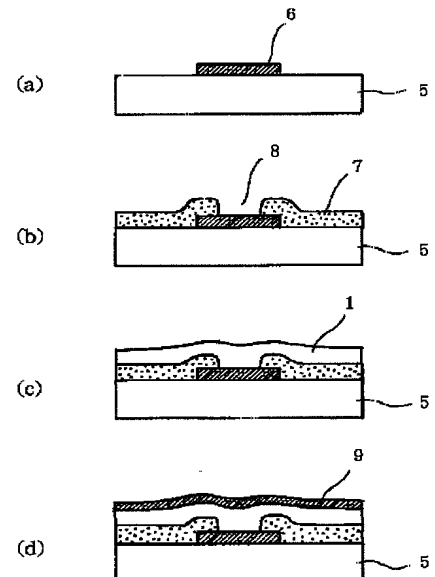
【図1】



【図2】

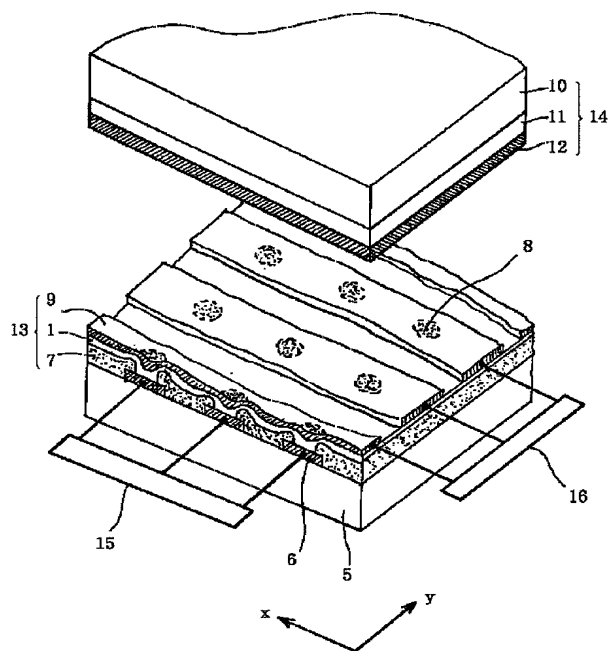


【図3】





【図 4】



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the field-electron-emission component characterized by said electronic acceleration layer consisting of porosity silica film in the field-electron-emission component which pulled out with the emitter electrode and electronic acceleration layer which carry out electron emission, and was equipped with the electrode by electric field.

[Claim 2] The field-electron-emission component according to claim 1 to which said emitter electrode, said electronic acceleration layer, and said drawer electrode are characterized by carrying out the laminating up and down.

[Claim 3] The field-electron-emission component according to claim 1 characterized by connecting them to a serial electrically while said emitter electrode, said electronic acceleration layer, and said drawer electrode are formed on the same field.

[Claim 4] The void content of the porosity silica film which constitutes said electronic acceleration layer is a field-electron-emission component given in any 1 term among claims 1-3 characterized by being 70% - 99%.

[Claim 5] The thickness of the porosity silica film which constitutes said electronic acceleration layer is a field-electron-emission component given in any 1 term among claims 1-3 characterized by being 1000A - 5 micrometers.

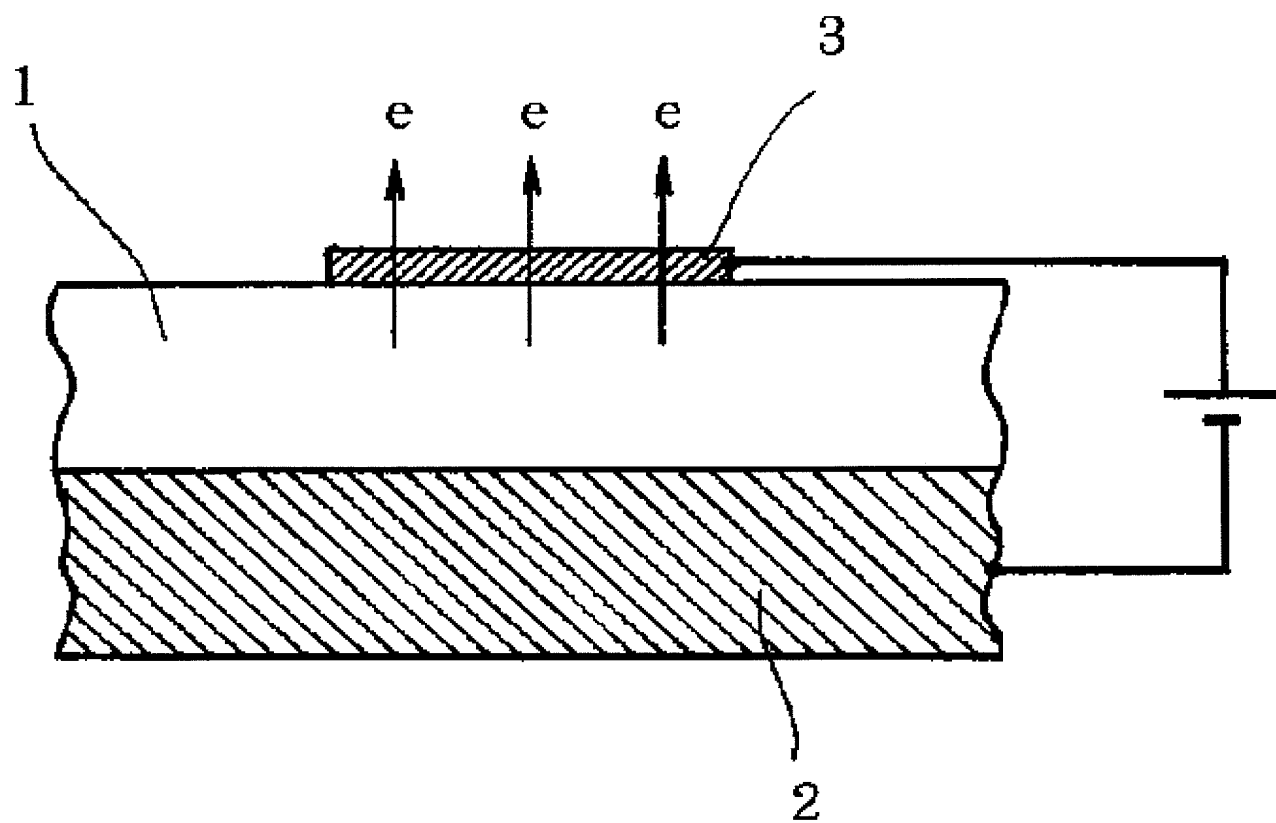
[Claim 6] It is a field-electron-emission component given in any 1 term among claims 1-3 characterized by depositing the particle which consists of a conductive ingredient or a semiconductor material in the hole of the porosity silica film which constitutes said electronic acceleration layer.

[Claim 7] The manufacture approach of the field-electron-emission component characterized by forming said electronic acceleration layer with the porosity silica film in the manufacture approach of the field-electron-emission component which pulled out with the emitter electrode and electronic acceleration layer which carry out electron emission, and was equipped with the electrode by electric field.

[Claim 8] The flat-surface display unit which opposite arrangement is carried out among claims 1-6 in the source of electron emission which comes to arrange a field-electron-emission component on a substrate in the shape of a matrix and this source of electron emission given in any 1 term, and is characterized by having the display which performs a luminescence display by receiving the electron emitted from said source of electron emission.

[Claim 9] The manufacture approach of the flat-surface display unit characterized by carrying out opposite arrangement of the display which performs a luminescence display by receiving the electron which has arranged the field-electron-emission component given in any 1 term in the shape of a matrix on a substrate among claims 1-6, formed the source of electron emission, and was emitted from this source of electron emission in said source of electron emission.

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the flat-surface display unit adapting a field-electron-emission component and its manufacture approach, and this field-electron-emission component, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Development of the electron emission mold flat-surface display which aimed at a large area and low-power-ization (efficient) is furthered with progress of an information society.

[0003] As an electron emission component used for such an electron emission mold flat-surface display, the thing of FE mold (Field Emission) and an MIM mold (Metal-Insulator-Metal) is studied.

[0004] Electron emission of the electron emission component of FE mold is carried out from conic emitter top-most vertices on the heavy current community by gate voltage. The driver voltage is several 10V, effectiveness is 100% of abbreviation and it is thought as compared with the plasma display (PDP) or the liquid crystal display (LCD) that low-power-izing is easy for it.

[0005] Moreover, the electron which carried out tunneling of the insulating layer (one layer) to which the heavy current community is impressed applies the electron emission component of an MIM mold to a display using the phenomenon which penetrates an up electrode and is emitted into a vacuum.

[0006] In order that there may be no horizontal electric-field component, even if the beam divergence in the inside of a vacuum is small and does not prepare a convergence electrode in an MIM mold, application of highly minute DISUPUREIHE is possible. Furthermore, since the electron emission section is not exposed to the vacuum, it is hard to be influenced of residual gas, and low-vacuum actuation is possible.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, two big problems exist in the electron emission component of FE mold mentioned above. One of them is the problem of beam divergence, and other one is the problem of degradation by the dirt on the front face of an emitter.

[0008] By the time the electron emitted from the emitter reaches on an anode electrode for the longitudinal direction component of gate electric field, a beam diameter will spread. Although what is necessary is just to set distance between the anode gates to about several 100 micrometers in order to make this small, it is necessary to lower an anode electrical potential difference to about hundreds of v inevitably.

[0009] However, in the present condition, the efficient fluorescence ingredient to such a low acceleration electron does not exist.

[0010] on the other hand, in order that electric field may concentrate on the electron emission point of FE mold, adsorption of residual gas cuts. If water and a carbon dioxide molecule stick to a tip tip front face, it is known that a work function will increase and the electron emission characteristic will deteriorate. In order to make the stable electron emission maintain, and to maintain an ultra-high vacuum, development of the closure technique of a vacuum housing or getter material is indispensable.

[0011] Moreover, in order for an electron to carry out tunneling of the insulating layer, it is necessary to make an insulating layer into dozens of A, and to control electronic dispersion in a solid-state with the electron emission component of the MIM mold mentioned above. Furthermore, since the specific inductive capacity of an insulating layer is also large, interelectrode capacity becomes large, CR time constant becomes long, and the cine mode display is considered to be difficult by the large area panel.

[0012] That is, although it is expected that the conventional FE mold and an MIM mold electron emission

component can realize the large area flat-panel display of high brightness though it is a low power, a trouble which was mentioned above exists.

[0013] Since interelectrode capacity is small, it aims at offering the MIM mold electron emission component in which a cine mode display is possible, and its manufacture approach, while it can be displayed highly minute, since this invention does not have beam divergence in view of these troubles.

[0014] Moreover, this invention aims at offering the flat-surface mold display using the electron emission component which has such operation effectiveness, and its manufacture approach.

[0015]

[Means for Solving the Problem] In the field-electron-emission component which pulled out the field-electron-emission component of this invention with the emitter electrode and electronic acceleration layer which carry out electron emission by electric field, and was equipped with the electrode, said electronic acceleration layer is characterized by consisting of porosity silica film.

[0016] Said emitter electrode, said electronic acceleration layer, and said drawer electrode may be the field-electron-emission components of the vertical mold by which the laminating was carried out up and down, and this field-electron-emission component may be a field-electron-emission component of the horizontal type electrically connected to the serial while said emitter electrode, said electronic acceleration layer, and said drawer electrode are formed on the same field.

[0017] Moreover, as for the void content of the porosity silica film which constitutes said electronic acceleration layer, it is desirable that it is 70% - 99%, and, as for the thickness of the porosity silica film, it is desirable that it is 1000Å - 5 micrometers.

[0018] Moreover, the particle which consists of a conductive ingredient or a semiconductor material in the hole of the porosity silica film which constitutes said electronic acceleration layer may be deposited.

[0019] The field-electron-emission component of a configuration of having mentioned above is manufactured by forming an electronic acceleration layer with the porosity silica film.

[0020] Opposite arrangement is carried out in the source of electron emission which comes to arrange a field-electron-emission component on a substrate in the shape of a matrix and this source of electron emission of a configuration of having mentioned above, and the flat-surface display unit of this invention is characterized by having the display which performs a luminescence display by receiving the electron emitted from said source of electron emission.

[0021] The flat-surface display unit mentioned above arranges the field-electron-emission component of a configuration of having mentioned above in the shape of a matrix on a substrate, forms the source of electron emission, and is manufactured by carrying out opposite arrangement of the display which performs a luminescence display by receiving the electron emitted from this source of electron emission in said source of electron emission.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, an example of the operation gestalt of the electron emission component concerning this invention and the flat-surface display unit using this electron emission component is explained.

[0023] The electronic acceleration layer of the electron emission component concerning this invention is formed with the porosity silica film.

[0024] The thing using the sol-gel method as a process of this porosity silica is known. that is, a silicon alkoxide (TEOS, TMOS) is hydrolyzed in a solvent -- making -- SiO<sub>2</sub> from -- the becoming humid gel is formed. This humid gel contains the solvent in the frame which consists of a three-dimension network of Si-O-Si association. Therefore, if a solvent is made to season naturally, the frame of a silica will be destroyed for the surface tension committed in a frame, and it will become the silica film with a high consistency.

[0025] The approach of making surface tension zero as an approach for sampling a solvent, with the frame of a silica maintained by the supercritical drying method and the surface treatment method which carries out canal processing of the front face of a frame is learned. Thus, the void content of the porosity silica obtained is controlled by the amount of a diluent solvent, and can create the thing to a maximum of 99%.

[0026] The film which consists of such a porosity silica is formed on a lower electrode, an up electrode is formed on it, and it considers as MIM structure. Thus, since the electron emission component of the manufactured MIM mold has the high void content, it can bring the specific inductive capacity of an insulating layer close to 1, and the high-speed switching operation of it becomes possible.

[0027] moreover -- the electron emission component of the conventional MIM mold -- an insulating layer -- aluminum 2O<sub>3</sub> SiO<sub>2</sub> etc. -- since it was the precise film, in order to control electronic dispersion in a solid-state,

thickness needed to be made thin to electronic mean free path (dozens of A) extent. Consequently, there was a problem that interelectrode capacity will become large further.

[0028] Since the field-electron-emission component concerning this invention is raised to about 100% in a void content, it can lengthen an electronic mean free path by leaps and bounds, and it can enlarge thickness of an insulating layer. Moreover, interelectrode capacity becomes small conjointly with specific inductive capacity being small, and the further high-speed switching operation becomes possible.

[0029] Moreover, although driver voltage must be inevitably made high if an insulating layer is thickened, driver voltage can be made low by depositing a conductive ingredient or a semiconductor material in the porosity silica film.

[0030] If the porosity silica film which made substrate temperature about hundreds of degrees C is placed into semi-conductor gas like hydrocarbon gas or silane gas, the gas molecule to which it stuck in the hole of a porosity silica carries out a decomposition polymerization, and the particle (particle size: dozens of A - 100A) of a conductive ingredient like graphite and a semiconductor material like silicon is deposited. It is known that the decomposition temperature at this time will become lower than the decomposition temperature on the usual front face of a substrate. Since membranous conductivity is raised, a fixed diode current is securable by the low battery depositing a conductive ingredient and a semiconductor material.

[0031] Moreover, the deposit of semi-conductor particles, such as Si, carries out induction of the carrier generation by the hot electron generated by the high electric field impressed to the porosity silica, and also has the effectiveness of making a diode current increasing according to a current amplification operation.

[0032] In the explanation mentioned above, although explained taking the case of vertical mold MIM structure, the porosity silica film can be used also as I layers of horizontal-type MIM structure.

[0033] That is, on 1 set of electrodes which carry out phase opposite on both sides of the gap of 1 micrometer - about 10 micrometers on a substrate, as an electrode gap is straddled, the porosity silica film is formed. A conductive ingredient and a semiconductor material are deposited so that a fixed diode current may flow to inter-electrode by the approach mentioned above in this silica film.

[0034] If membrane current flows the inside of a porosity silica, electrons will be scattered about in a hole, and it will be emitted to a vacuum out of the film, will reach to the anode electrode with which the high voltage was impressed, and will become an emission current.

[0035] Since a porosity silica film top is a vacuum as compared with vertical mold MIM structure, the emission electron does not need to penetrate an up electrode and such horizontal-type MIM structure has the advantage that the silica film with a higher void content can gather effectiveness.

[0036] As stated above, a low-battery drive is possible for the electron emission component of the MIM mold using the porosity silica film, and since it is low capacity, it becomes applicable [ large area flat-surface DISUPUREIHE in which a cine mode display is possible ].

[0037]

[Example] Hereafter, based on a concrete example, the field-electron-emission component concerning this invention and the flat-surface display using this field-electron-emission component are explained in more detail.

[0038] Based on drawing 1 , the example 1 of this invention is explained below the <example 1>.

[0039] As the field-electron-emission component of an example 1 is shown in drawing 1 , the porosity silica film 1 is formed on the conductive substrate 2, and the up electrode 3 is formed on it.

[0040] As a conductive substrate 2, that by which metal membranes, such as gold, aluminum, and platinum, were formed on the glass substrate, Si substrate doped by n mold at high concentration can be used.

[0041] Next, the manufacture approach of the field-electron-emission component of an example 1 is explained.

[0042] In order to manufacture the field-electron-emission component of this example, the porosity silica film is first formed with a sol-gel method. As the 1st solution, the hydrochloric acid was mixed with TEOS (tetra-ethoxy silane), ethanol, and water at a rate of 1:3.8:1.1:0.0007 by the mole ratio. Mixed liquor was flowed back for 90 minutes at 60 degrees C after that. By the volume ratio, it mixed at a rate of 10:1:x, and this mixed liquor, the aqueous ammonia of concentration 0.2M, and ethanol were stirred for 15 minutes. Here, x was changed in 10 to 50 in the amount of dilution of ethanol.

[0043] Membranes were formed on Si substrate doped by n mold at high concentration with the spin coat method after mixing in the place where the viscosity of a solution became 10 - 20 mPa-sec. The substrate was dipped into the ethanol solution after membrane formation.

[0044] Next, it is a liquid CO<sub>2</sub> about the ethanol which puts in this substrate in an autoclave and is contained in the

film. It permuted. Then, the temperature up was carried out to 40 degrees C, and the internal pressure was made into 90 atmospheric pressures. This condition is CO<sub>2</sub>. Since it is beyond a supercritical condition (31 degrees C, 72.8 atmospheric pressures), it is CO<sub>2</sub> in the film. It is the supercritical fluid which surface tension does not commit. It is CO<sub>2</sub>, fixing temperature to 40 degrees C, after maintaining in the state of supercritical for 15 minutes. It discharged gradually and the pressure was returned to one atmospheric pressure. Then, temperature was lowered gradually, it returned to ordinary temperature, and the substrate was picked out from the autoclave.

[0045] Thus, in the formed film, since the hydroxyl group and the alkyl group were adsorbing, annealing processing was carried out at the temperature of 450 degrees C in nitrogen gas for 2 hours, and these adsorbate was desorbed.

[0046] Thus, the thickness and the void content of the porosity silica film which were formed were calculated from the amount x of dilution ethanol, and the refractive index for which it asked by the contact process thickness gage and the ellipsometer depending on spin coat conditions, respectively.

[0047] Next, on the porosity silica film obtained by the above-mentioned approach, by mask vacuum evaporation, membranes were formed in thickness of 10nm, and the golden electrode with a diameter of 5mm was made into MIM structure.

[0048] Thus, the manufactured electron emission component was put in in vacuum devices, and it exhausted up to 1.3x10 to 4 Pa.

[0049] Between the substrate and the up electrode, the up electrode was just carried out, the electrical potential difference was impressed, while acting as the monitor of the diode current which flows there, the electrical potential difference of 1kV was impressed to the anode plate set in location of 10mm on the substrate, and the emission current was measured.

[0050] The following table 1 summarizes the electron emission characteristic over the void content and thickness of the porosity silica film which were obtained by doing in this way. 70 - 99% of void contents and the electron emission characteristic good at 0.1-5 micrometers of thickness were acquired so that clearly from Table 1.

[0051]

[Table 1]

No.	空孔率 (%)	膜厚 (μm)	印加電圧 (V)	ダイオード電流 密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	エミッション電流 密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	効率 (%)
1	70	0.1	10	21	2	8.7
2	70	0.2	30	33	5	13
3	85	0.3	20	40	8	17
4	85	0.6	40	55	15	21
5	99	1	20	86	18	17
6	99	5	100	98	30	23

[0052] The field-electron-emission component of the <example 2> example 2 created the porosity silica film according to the same process as an example 1. The void content of the obtained film was 85%, and thickness was 0.6 micrometers. This film is placed into the ethylene gas ambient atmosphere diluted with nitrogen gas to 1%. The quantity of gas flow was taken as a part for 11./ The substrate was heated to 400 degrees C in this condition, and the carbon particle was deposited in the hole.

[0053] Next, when the up electrode was formed like the example 1 and the electron emission characteristic was measured in the vacuum, it was able to become diode current density 80 mA/cm<sup>2</sup>, emission current density 21 mA/cm<sup>2</sup>, and 21% of effectiveness by driver voltage 30V, and the good property was able to be acquired from the field-electron-emission component of an example 1.

[0054] After measurement, when the cross section of this field-electron-emission component was observed under the transparency electron ray microscope, it was observed that the graphite particle of the diameter of several 10A deposits in the hole of the silica film.

[0055] The field-electron-emission component of the <example 3> example 3 puts the porosity silica film (85% of void contents, 0.6 micrometers of thickness) obtained in the same process as an example 1 on the silane gas ambient atmosphere diluted to 1% by argon gas in the reaction chamber. The quantity of gas flow was considered as a part for 100 cc/, and substrate temperature was set as 500 degrees C, and was held for 1 hour.

[0056] Next, when the up electrode was formed like the example 1 and the electron emission characteristic was

measured in the vacuum, it was able to become diode current density 50 mA/cm<sup>2</sup>, emission current density 20 mA/cm<sup>2</sup>, and 29% of effectiveness by driver voltage 30V, and the good property was able to be acquired from the field-electron-emission component of an example 1.

[0057] After measurement, when the cross section of this field-electron-emission component was observed under the transparency electron ray microscope, it was observed that the silicon particle of the diameter of several 10Å deposits in the hole of the silica film.

[0058] As shown in drawing 2, on the glass substrate 5, the field-electron-emission component of the <example 4> example 4 formed 2000Å of gold films by having used 50Å of Ti film as the under-coating layer, and formed the electrode 4 of the pair which carries out phase opposite according to a HOTORISO process by the gap length of 2 micrometers, and gap width of face of 300 micrometers. On this electrode gap, 99% of void contents and the porosity silica film 1 of 0.5 micrometers of thickness were formed by the approach shown in the example 1. Furthermore, the carbon particle was deposited in the porosity silica by the approach shown in the example 2.

[0059] Thus, when the manufactured field-electron-emission component was put in in the vacuum housing of 1.3x10 to 4 Pa, the electrical potential difference of 30V was impressed to inter-electrode and 1kV was impressed to the anode electrode set to 10mm upper part, 25mA was obtained as a diode current and 860microA was obtained as an emission current.

[0060] <Example 5> The examples 1-4 mentioned above explained one electron emission component. Although various things can be considered as an application of such an MIM mold electron emission component, the example 5 applied, for example to the flat-surface display unit is explained below.

[0061] The flat-surface display unit of an example 5 consists of a display 14 which performs a luminescence display in response to the electron emitted from the source 13 of electron emission which comes to accumulate the field-electron-emission component explained in the example 1, and this source 13 of electron emission, as shown in drawing 4.

[0062] The creation approach of this source 13 of electron emission is explained using drawing 3 and 4.

[0063] First, an address line is created by dividing the base electrode formed on the substrate 5 into the band-like base electrode 6 of a large number which adjoin each other in the direction of X by etching (drawing 3 (a)). It continues and the insulating layer 7 between wiring is formed on a glass substrate 5 (drawing 3 (b)).

[0064] Next, on each band-like base electrode 6, a through tube 8 is formed in the insulating layer 7 between wiring at the predetermined spacing, and the front face of a base electrode 6 is exposed. Then, the porosity silica film 1 is formed in the whole surface by the approach mentioned above (drawing 3 (c)).

[0065] It divides into the band-like electric conduction film 9 of a large number which adjoin each other in the direction of y which intersects perpendicularly with the above-mentioned base electrode by etching etc., after continuing and forming the electric conduction film 9 over the whole surface (drawing 3 (d)). Thus, a data line is created.

[0066] According to the above process, the source 13 of electron emission which comes to accumulate many electron emission components in the shape of a matrix can be obtained.

[0067] The method display 14 of - consists of the transparence substrate 10, a luminescence fluorescent substance 11 applied on it, and a metal membrane (metal back) 12 further formed on it. It arranges so that it may face each other in the metal back side and the source of electron emission of this display 14, and it pastes up on both sides of an outer frame (un-illustrating), and a vacuum housing is formed.

[0068] Thus, each electron emission component mentioned above constitutes 1 pixel from a constituted flat-surface display unit. Moreover, in this flat-surface display unit, the same approach as the liquid crystal display equipment of the active-matrix method which used TFT as the drive approach is employable. That is, the address line constituted with the above-mentioned base electrode 6 and the data line constituted with the electric conduction film 9 are connected to the drive drivers 15 and 16, respectively. And an electron is made to emit from the electron emission component prepared in the part at which each Rhine crosses by operating these drive drivers 15 and 16, choosing the address line of arbitration, and a data line, and impressing an electrical potential difference.

[0069] If the high voltage is given to the metal membrane 12 prepared in the above-mentioned display 14 at this time, the emitted electron can be drawn near to the above-mentioned metal membrane, can penetrate it, and can make the fluorescent substance 11 under it emit light.

[0070]

[Effect of the Invention] The field-electron-emission component of this invention is an MIM mold field-electron-emission component, a porosity silica is used as an insulating layer, or what deposited the conductive particle and



the semi-conductor particle in the porosity silica is used for it.

[0071] By considering as such a configuration, manufacture is easy, electron emission effectiveness is high, and a field-like electron beam emitter with little beam divergence can be offered.

[0072] Moreover, the display unit which makes a good cine mode display possible can be obtained by accumulating such an electron emission component and constituting a flat-surface display unit.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

**DESCRIPTION OF DRAWINGS****[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** The block diagram showing the examples 1-3 of the field-electron-emission component concerning this invention.

**[Drawing 2]** The block diagram showing the example 4 of the field-electron-emission component concerning this invention.

**[Drawing 3]** Process drawing showing the production process of the flat-surface display (example 5) using the field-electron-emission component concerning this invention.

**[Drawing 4]** The perspective view for explaining the structure of the flat-surface display unit (example 5) using the field-electron-emission component concerning this invention.

**[Description of Notations]**

- 1 Porosity Silica Film
- 2 Conductive Substrate
- 3 Up Electrode
- 4 Counterelectrode
- 5 Glass Substrate
- 6 Pace Electrode
- 7 Layer Insulation Layer
- 8 Through Tube
- 9 Electric Conduction Film
- 10 Transparence Substrate
- 11 Fluorescent Substance
- 12 Metal Membrane (Metal Back)
- 13 Source of Electron Emission
- 14 Display
- 15 16 Drive driver

**[Translation done.]**

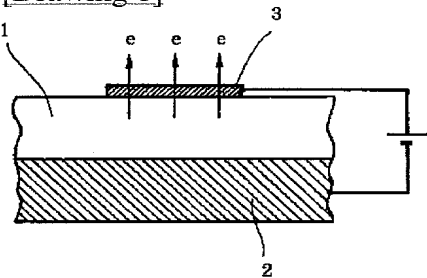
\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

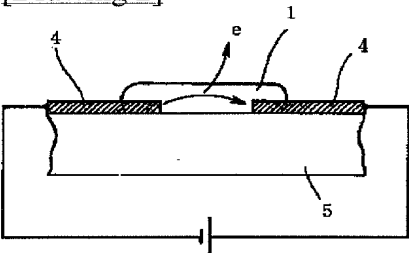
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

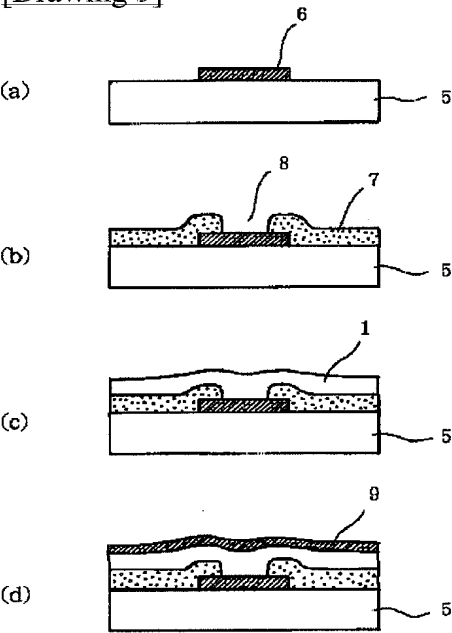
[Drawing 1]



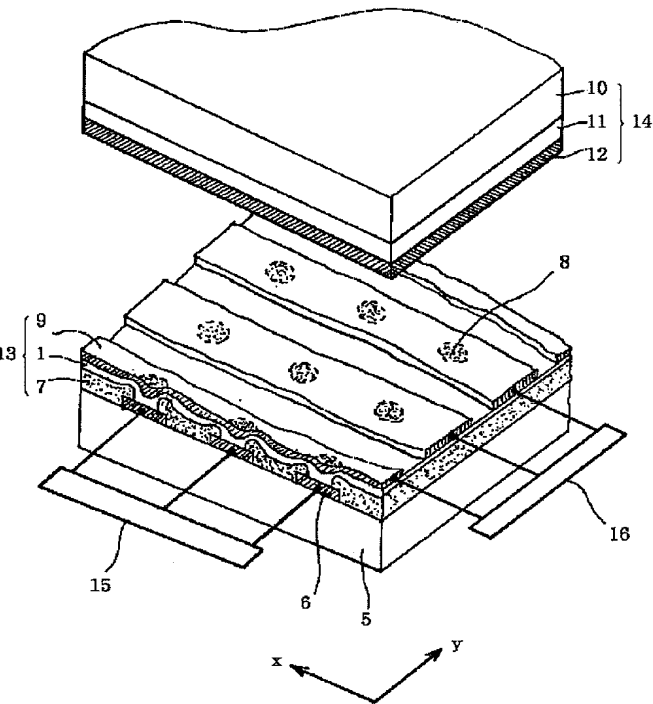
[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Translation done.]